

## Caracterização anatômica das vértebras cervicais atlas e áxis e sua aplicabilidade na compreensão das instabilidades cervicais

Bianca Cabral Silva<sup>1</sup>, Samantha Ketelyn Silva<sup>2</sup>, Gerson Vilhena Pereira Filho<sup>1</sup>, José Lúcio Martins Machado<sup>1</sup>, Marcelo Rodrigues da Cunha<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Anatomia, Centro Universitário Padre Anchieta (UniAnchieta), Jundiaí/SP, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Morfologia e Patologia Básica, Faculdade de Medicina de Jundiaí (FMJ), Jundiaí/SP, Brasil.

\*Autor para Correspondência: Marcelo Rodrigues da Cunha. Centro Universitário Padre Anchieta. E-mail: marcelo.cunha@anchieta.br

Artigo Original - Morfologia

### Resumo

Lesões na região de cervical alta estão sendo cada vez mais recorrentes, e devido a suas possíveis complicações é necessário um estudo morfológico mais detalhado sobre as vértebras cervicais atlas (C1) e áxis (C2). Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar as possíveis alterações do formato anatômico das primeiras vértebras cervicais de esqueletos humanos cadavéricos e correlacionar com fatores intrínsecos como gênero, etnia e idade. Para isto, foram utilizados 30 esqueletos pertencentes ao Laboratório de Anatomia do Centro Universitário Padre Anchieta (UNIANCHIETA). Através de um paquímetro foi avaliada a morfologia, deformidades e medida dos forames vertebral e transversais. Nos resultados macroscópicos, encontraram-se três tipos de alterações como o Ossículo de Bergmann, o Ponticulus Ponticus e o fechamento incompleto dos forames transversos da vértebra C1. No estudo métrico, os menores diâmetros do forame vertebral foram no gênero feminino pardo < 50 anos e os forames transversais no gênero masculino pardos > 50 anos. Desta maneira, concluiu-se que as vértebras avaliadas C1 e C2 apresentaram importantes alterações morfológicas que se correlacionaram com as características do esqueleto humano a que pertenciam, sugerindo, assim, que lesões cervicais altas podem estar relacionadas com as características físicas e antropométricas do indivíduo.

**Palavras-chave:** Vértebras Cervicais, Instabilidade Articular, Anatomia.

## Anatomical characterization of the cervical vertebrae, atlas and axis, and its application to the understanding of cervical instability

Upper cervical spine injuries are increasingly more common. Because of their possible complications, a more detailed morphological study of the cervical vertebrae [atlas (C1) and axis (C2)] is necessary. Therefore, the aim of this study was to analyze possible alterations in the anatomical shape of the first and second cervical vertebrae in cadaveric human skeletons and to correlate the findings with factors such as sex, ethnicity and age. Thirty skeletons obtained from the Laboratory of Anatomy, Padre Anchieta University Center (UNIANCHIETA), were used for this purpose. Morphology, deformities and measurements of the vertebral and transverse foramina were obtained with a pachymeter. The macroscopic results revealed three types of alterations, including Bergman ossicle, ponticulus posticus, and incomplete closure of the transverse foramina of C1 vertebrae. The smallest diameters of the vertebral foramen were observed in brown women < 50 years and of the transverse foramen in brown men > 50 years. In conclusion, the C1 and C2 vertebrae exhibited important morphological alterations that were correlated with the characteristics of the human skeleton. These findings suggest that upper cervical spine injuries are related to the physical and anthropometric characteristics of the individual.

**Keywords:** Cervical Vertebrae, Joint Instability, Atlanto-Axial Joint, Atlanto-Occipital Joint, Anatomy.

### Introdução

Sete vértebras cervicais formam a região cervical, onde encontram-se importantes estruturas anatômicas, responsáveis por promover a estabilidade adequada, bem como a flexibilidade necessária para a realização dos movimentos da cabeça<sup>1,2</sup>.

As primeiras vértebras cervicais, denominadas Atlas (C1) e Eixo (C2), respectivamente, apresentam particularidades em relação a sua distribuição anatômica<sup>1</sup>.

Mediante isto, pela massa óssea pouco desenvolvida, comparada com o

restante das vértebras cervicais, a morfologia dessas vértebras C1 e C2 pode gerar condições a patologias específicas, capazes de gerar instabilidade da região cervical alta e comprometimento das articulações atlanto-occipital e atlanto-axial.

São citadas a Síndrome de Down (SD)<sup>3,4</sup>, estenose do forame vertebral<sup>8,9</sup>, espondilolistese traumática do eixo (fratura do enforcado)<sup>10,11</sup> e a lesão de chicote<sup>12,13</sup>. Além disso, anomalias congênitas como o Ossículo de Bergmann<sup>5</sup> e o Ponticulus Ponticus<sup>6,7</sup> também podem estar associadas às

incapacidades funcionais da cervical alta.

A instabilidade ocasionada pela SD na coluna cervical é considerada uma das diversas causas que resultam no desenvolvimento da mielopatia cervical<sup>3</sup>. As alterações musculoesqueléticas relacionadas a essa síndrome têm ganhado mais destaque em estudos relacionados a crianças, dando ênfase aos riscos que a prática de exercícios pode proporcionar em indivíduos com instabilidade de cervical alta<sup>4</sup>. Entre as alterações relacionadas à SD, existe o Ossículo de Bergmann, considerado uma anomalia no desenvolvimento associada ao processo odontóide da áxis, e que pode contribuir para a instabilidade atlanto-axial<sup>5</sup>.

O Ponticulus Ponticus é outra alteração congênita, definida pela formação de uma ponte óssea na região posterior da vértebra atlas, onde localiza-se o sulco da artéria vertebral. Essa ponte constitui um forame para a passagem da artéria vertebral, que pode ter o seu desenvolvimento completo ou parcial<sup>6</sup>. É considerada de grande relevância clínica, pois associa-se à cefaleia e outras manifestações clínicas como consequência da compressão da artéria vertebral<sup>7</sup>.

A estenose é caracterizada por um estreitamento do canal vertebral, provocando não só a compressão da medula espinal como também das raízes nervosas, com consequente alteração motora e sensitiva dos membros e tronco, sendo assim uma das principais causas de radiculopatia cervical<sup>8,9</sup>.

Em relação ao comprometimento ósseo, a espondilolistese traumática do áxis é tida como a mais frequente na região de cervical alta e ocorre principalmente após traumas automobilísticos, podendo acarretar déficits neurológicos em consequência de fratura ou de tratamento incorreto<sup>10</sup>, com consequências graves, que podem levar à incapacidade funcional<sup>11</sup>.

A lesão de chicote ocorre após traumas, geralmente associados a acidentes de carro com impacto de alta energia, capaz de provocar movimento brusco do pescoço<sup>12</sup>. Podem também ocorrer lesões em tecidos moles adjacentes, refletindo nas mais variadas manifestações clínicas, como dor, hipersensibilidade, rigidez, diminuição da amplitude de movimentos, sinais neurológicos e luxações<sup>13</sup>.

O diagnóstico apropriado da lesão é fundamental para que o tratamento, bem como o prognóstico,

## Caracterização anatômica das vértebras cervicais atlas e áxis e sua aplicabilidade

sejam pertinentes e evitem complicações na função neurológica e na biomecânica da cervical<sup>14</sup>.

Em virtude das complicações relacionadas a essas patologias, o estudo morfológico detalhado das vértebras atlas e áxis torna-se necessário, pois há uma escassez na literatura sobre pesquisas anatômicas que correlacionam a morfologia óssea aos fatores intrínsecos e antropométricos. Deste modo, o objetivo desta pesquisa foi analisar a morfologia, os tipos de variações anatômicas e as dimensões métricas das vértebras atlas e áxis e correlacioná-las com características do esqueleto humano como idade, gênero e etnia.

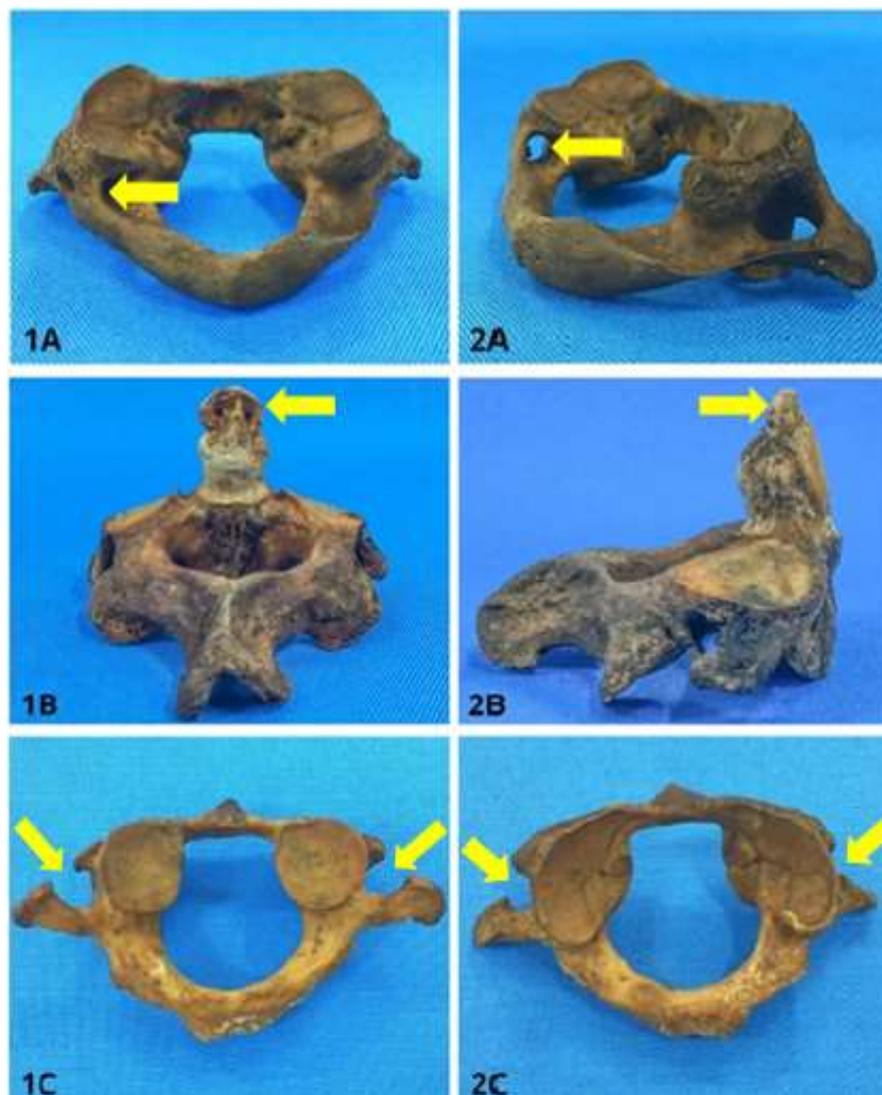
### Métodos

Foram utilizados 30 esqueletos humanos cadavéricos, sendo 14 do gênero feminino e 16 do gênero masculino, com a idade média de 56,03 anos (21-89 anos), pertencentes ao Laboratório de Anatomia do Centro Universitário Padre Anchieta (UNIANCHITA). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em

Pesquisa (n° 3.420.441). Realizou-se análise morfológica das vértebras C1 e C2 quanto ao formato, às variações e às possíveis deformidades ósseas, e com auxílio de um paquímetro digital, foram calculadas as medidas ântero-posterior dos forames vertebral e transversais das vértebras C1 e C2, que foram associadas às características dos esqueletos em gênero, idade e etnia.

### Resultados

Observou-se que quatro vértebras atlas, três de esqueletos masculinos e uma de esqueleto feminino, possuíam uma alteração anatômica chamada de Ponticulus Ponticus. Em todas as vértebras encontradas, a alteração é unilateral, com fechamento completo pelo lado esquerdo. Além disso, notou-se que dentre as vértebras áxis, três delas apresentavam a calcificação do Ossiculum de Bergmann na face superior do processo odontóide, e todas as amostras pertenciam ao gênero masculino. Apenas uma vértebra atlas não continha o fechamento completo dos forames transversais, e pertencia ao gênero masculino (Figura 1).



**Figura 1.** Alterações anatômicas das vértebras atlas e áxis. Imagens 1A e 2A são referentes ao Ponticulus Ponticus (setas amarelas) presente na vértebra atlas; as imagens 1B e 2B apresentam uma das vértebras áxis com o Ossículo de Bergmann (setas amarelas); nas imagens 1C e 2C observou-se o fechamento incompleto dos forames transversos (setas amarelas) em uma vértebra atlas.

Na análise métrica observou-se que o maior e o menor diâmetro do forame vertebral da vértebra atlas pertencem ao gênero feminino, abaixo dos 50 anos, sendo a etnia negra com  $34,15\text{mm} \pm 0$  e a parda com  $13,30\text{mm} \pm$

0. Em relação ao gênero masculino, os negros acima e abaixo dos 50 anos apresentaram médias iguais.

Na vértebra áxis, verificou-se que entre os gêneros da etnia negra, o feminino, abaixo dos 50 anos, destacou-

## Caracterização anatômica das vértebras cervicais atlas e áxis e sua aplicabilidade

se com a média de  $21,40\text{mm} \pm 0$ , enquanto o masculino, acima dos 50 anos, obteve a média de  $14,13\text{mm} \pm 1,71$  (Figura 2).

Em relação aos forames transversais do atlas, não houve diferença nas médias entre a etnia parda do gênero feminino, com mais de 50 anos, e branca, do gênero masculino, com idade inferior a 50 anos. Resultados iguais ocorreram com negros e pardos masculinos, com idade menor que 50 anos. Entre gêneros femininos, com idade <50 anos, a branca obteve a média de  $5,25\text{mm} \pm 1,38$ , a menor média entre

todas as outras, e a maior, também pertencente à etnia branca, mas do gênero masculino, >50 anos, com o valor de  $7,59\text{mm} \pm 1,25$ . Quanto à vértebra áxis, as médias desses forames transversais de homens brancos e mulheres pardas, ambos com idade acima de 50 anos, foram idênticas. O maior diâmetro pertencia a homens brancos, <50 anos, com  $6,32\text{mm} \pm 0,79$ , e o menor foi representado por homens pardos >50 anos, com a média de  $4,91\text{mm} \pm 2,94$  (Figura 3).

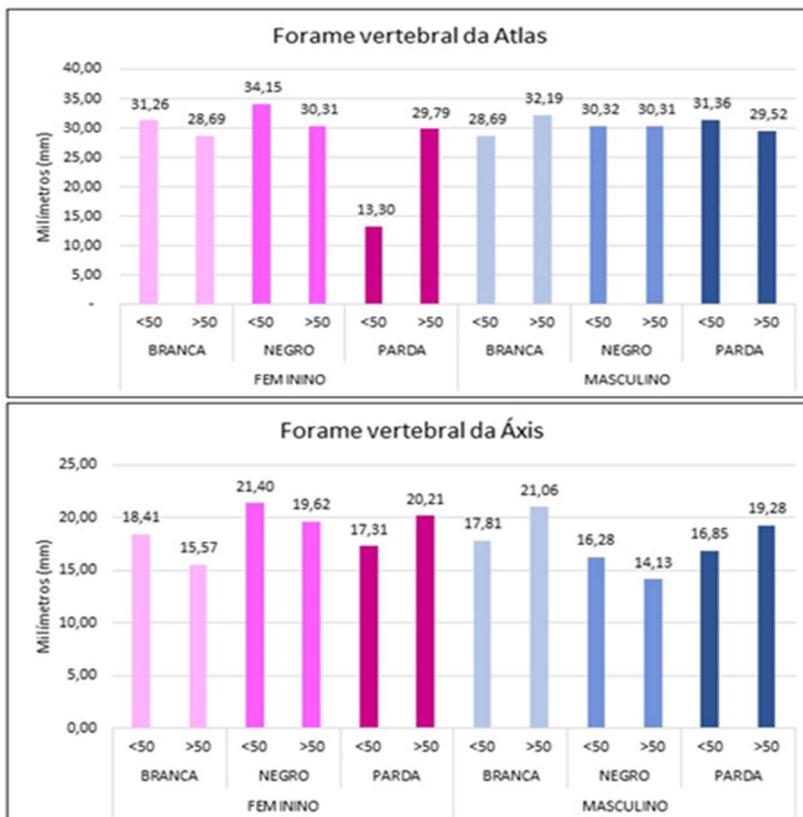


Figura 2. Médias obtidas através das medidas em milímetros dos forames vertebrais das vértebras atlas e áxis, classificadas por gênero, etnia e idade.

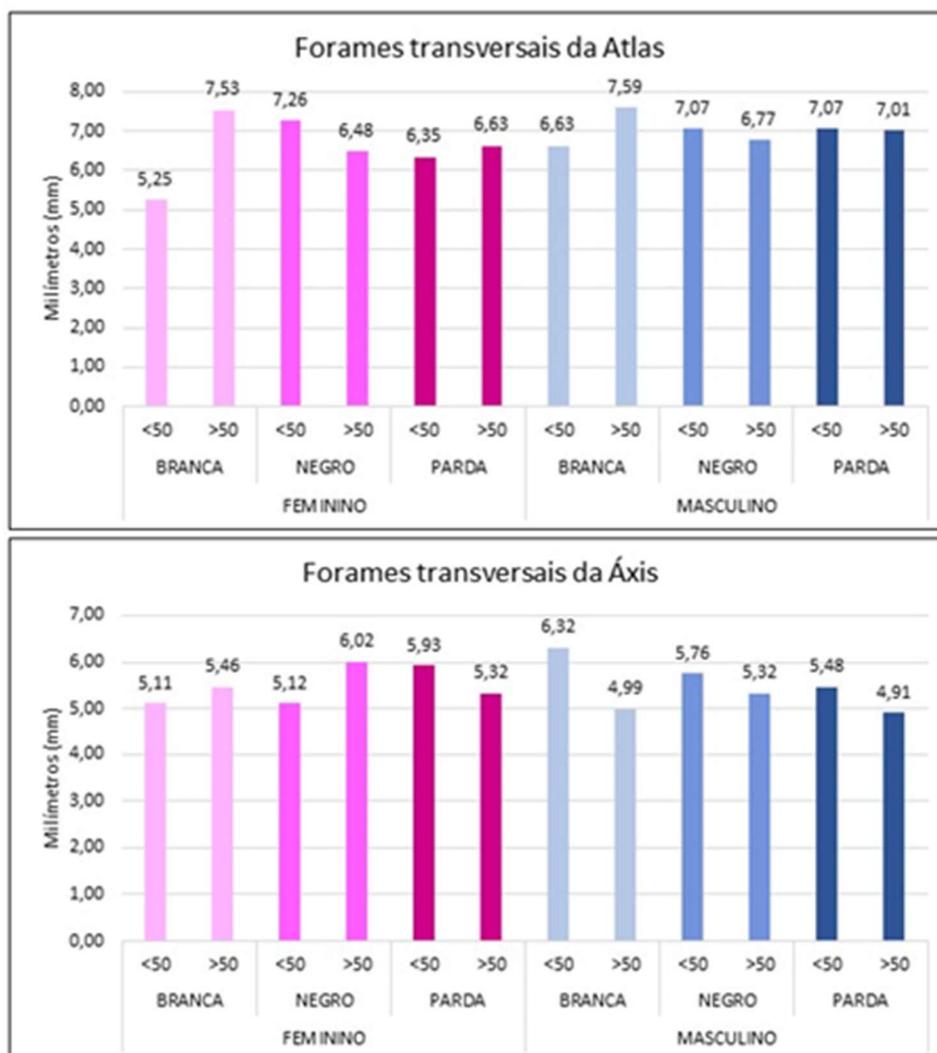


Figura 3. Médias obtidas através das medidas em milímetros dos forames transversais direito e esquerdo das vértebras atlas e áxis, classificadas por gênero, etnia e idade.

## Discussão

Estudos relacionados com a anatomia da região cervical em seres humanos são de interesse de pesquisadores desde o final do século 19<sup>15</sup>. A evolução da tecnologia tem estimulado cada vez mais o conhecimento aprofundado da morfologia das vértebras cervicais,

principalmente no que se refere à anatomia aplicada à prática cirúrgica. No entanto, fatores como as possíveis diferenças étnicas que possam interferir sobre as dimensões ósseas na coluna cervical não são totalmente esclarecidos<sup>16</sup>.

O método mais adequado para avaliar essas dimensões foi através de

## Caracterização anatômica das vértebras cervicais atlas e áxis e sua aplicabilidade

vértebras de esqueletos humanos cadavéricos<sup>17</sup>. Assim, o reconhecimento de possíveis variações anatômicas da região cervical alta é essencial para a conduta clínica mais adequada<sup>18</sup>.

Através deste estudo foi verificado que a alteração anatômica Ponticulus Ponticus é prevalente na forma completa do lado esquerdo em indivíduos do sexo masculino, sem distinção de etnia e idade. Encontraram-se na literatura resultados controversos; no estudo de Gibelli e outros foram analisadas 221 radiografias cefalométricas em 91 homens e 130 mulheres, e concluíram que os homens tinham maior porcentagem do Ponticulus em comparação com as mulheres, porém, a prevalência dessa alteração anatômica de formato completo foi observada em ambos os gêneros<sup>6</sup>.

No entanto, os resultados citados por Giudice e outros, através de uma amostra constituída por 734 indivíduos, sendo 356 mulheres e 378 homens, apontam que não houve diferença significativa no predomínio de Ponticulus Ponticus entre os gêneros<sup>7</sup>.

A mesma alteração anatômica foi encontrada no estudo de Song e outros, no qual, entre 2.628 dos pacientes avaliados, 168 possuíam esta alteração, sendo 97 pacientes do sexo feminino e

89 do sexo masculino, e entre eles a maior prevalência foi observada no lado esquerdo<sup>19</sup>.

Outra anomalia anatômica encontrada neste estudo foi o Ossículo de Bergmann, pertencente aos esqueletos do sexo masculino com idade superior a 50 anos. Johal e outros afirmaram que a presença do Ossículo é considerada normal até o início da puberdade, pois faz parte do desenvolvimento natural do processo odontóide da vértebra C2, porém, quando se atinge a maturidade esquelética, a permanência do ossículo é considerada patológica<sup>5</sup>.

Em correlação com as demais alterações encontradas, o não fechamento dos forames transversos bilateral da vértebra C1 foi encontrado em apenas uma amostra esquelética masculina. Através de estudo comparativo feito por Billmann e outros, dos 500 indivíduos investigados, 51 apresentaram o não fechamento do forame anteriormente, entre eles 45,1% bilateral. Nas 25 amostras de recém-nascidos e de crianças até três anos de idade, todos os forames presentes nas vértebras apresentaram essa mesma alteração<sup>20</sup>. Em relação aos forames vertebrais, não foram encontrados na literatura estudos com foco na região de cervical alta, porém, no estudo realizado

por Lee e outros, os autores analisaram o predomínio de estenose do canal vertebral nos níveis de C3 a C7 e relacionaram os resultados com a idade, gênero e etnia das amostras esqueléticas. Os autores concluíram que o gênero masculino tem o maior diâmetro do forame vertebral comparado às amostras femininas e não houve diferença relevante entre as raças branca e negra<sup>21</sup>.

Janevski e outros obtiveram resultados semelhantes ao citado anteriormente sobre o diâmetro do forame vertebral, afirmando-se que mulheres têm prevalência de um menor canal vertebral<sup>22</sup>.

Não foram encontrados relatos que potencializem os resultados obtidos neste estudo, portanto, conclui-se que há uma escassez na literatura sobre a anatomia da região cervical alta. Desta forma, novos estudos morfométricos são

necessários para um maior esclarecimento dos dados métricos e morfológicos, com o intuito de expandir o conhecimento sobre a associação entre as síndromes neurovasculares e a morfologia da região cervical alta.

## **Conclusão**

Variações mais evidentes foram observadas na região do dente da áxis, no sulco da artéria vertebral da vértebra atlas e no forame transversal de ambas. Não houve alterações métricas que se destacassem em função das características físicas e antropométricas dos esqueletos usados nesta pesquisa. As vértebras avaliadas apresentaram importantes alterações morfológicas que se correlacionaram com as características do esqueleto humano consideradas no estudo.

## Referências

1. Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, Anne M.R. Argur. Anatomia orientada para a clínica. 7.ed. Rio de Janeiro: Koogan; 2014.
2. Dangelo JG, Fattini CA. Anatomia humana sistêmica e segmentar. 3.ed. São Paulo: Atheneu; 2007.
3. Al-Habib A, AlAqeel A. C2/3 instability: unusual cause of cervical myelopathy in a child with Down syndrome. *Childs Nerv Syst.* 2013; 29(1): 163-165.
4. EI-Khoury M, Mourão MA, Tobo A, Battistella LR, Herrero CF, Ribeiro M. Prevalence of atlanto-occipital and atlantoaxial instability in adults with Down syndrome. *World Neurosurg.* 2014; 82(1-2): 215-218.
5. Johal J, Loukas M, Fisahn C, Oskouian RJ, Tubbs RS. Bergmann's ossicle (ossiculum terminale persistens): a brief review and differentiation from other findings of the odontoid process. *Childs Nerv Syst.* 2016; 32(9): 1603-1606.
6. Gibelli D, Cappella A, Cerutti E, Spagnoli L, Dolci C, Sforza C. Prevalence of Ponticulus Ponticus in a Northern Italian orthodontic population: a lateral cephalometric study. *Surg Radiol Anat.* 2016; 38(3): 309-312.
7. Giudice A L, Caccianiga G, Crimi S, Cavallini C, Leonardi R. Frequency and type of ponticulus ponticus in a longitudinal sample of nonorthodontically treated patients: relationship with gender, age, skeletal maturity, and skeletal malocclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2018; 126(3): 291-297.
8. Hu P, He Z, Cui J, Wan Y. Pathological changes of cervical spinal canal in cervical spondylotic myelopathy: A retrospective study on 39 cases. *Clin Neurol Neurosurg.* 2019; 181: 133-137.
9. Engel G, Bender YY, Adams LC, Boker SM, Fahlenkamp UL, Wagner M, Diederichs G, Hamm B, Makowski MR. Evaluation of osseous cervical foraminal stenosis in spinal radiculopathy using susceptibility – weighted magnetic resonance imaging. *Eur Radiol.* 2019; 29(4): 1855-1862.
10. Ibebuike K, Roussot M, Watt J, Dunn R. Management challenges of traumatic spondylolisthesis of the Axis an unusual C2-C3 posterior subluxation in a paediatric patient: case report and literature review. *Afr Health Sci.* 2018; 18(2): 458-467.
11. Ferro FP, Borgo GD, Letaif OB, Cristante AF, Marcon RM, Lutaka AS. Traumatic spondylolisthesis of the axis: epidemiology, management and outcome. *Acta Ortop Bras.* 2012; 20(2): 84-87.

12. Tanaka N, Atesok K, Nakanishi K, Kamei N, Nakamae T, Kotaka S, Adachi N. Pathology and Treatment of Traumatic Cervical Spine Syndrome: Whiplash Injury. *Adv Orthop*. 2018; 28.
13. Kristjansson E, Gislason MK. Women with late whiplash syndrome have greatly reduced load-bearing of the cervical spine. In vivo biomechanical, cross-sectional, lateral radiographic study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2018; 54(1): 22-33.
14. Canto F R T, Orli J N, Canto R S T, Defino H L A, Façanha Filho F A M, Veiga J C E, Skaf A Y. Lesões traumáticas da coluna cervical (Cervical Alta – C1 e C2, e Cervical Baixa – C3 a C7). Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia e Sociedade Brasileira de Neurocirurgia Colégio Brasileiro de Radiologia. 2007.
15. Bajwa N S, Toy J O, Young E Y, Ahn N U. Establishment of parameters for congenital stenosis of the cervical spine: an anatomic descriptive analysis of 1,066 cadaveric specimens. *Eur Spine J*. 2012; 21(12): 2467-2474.
16. Chazono M, Tanaka T, Kumagae Y, Tomoaki Sai, Marumo K. Ethnic differences in pedicle and bony spinal canal dimensions calculated from computed tomography of the cervical spine: a review of the English-language literature. *Eur Spine J*. 2012; 21(8): 1451-1458.
17. Jeffrey J E, Campbell D M, Golden M H, Smith F M, Porter R W. Antenatal factors in the development of the lumbar vertebral canal: a magnetic resonance imaging study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003; 28(13): 1418-1423.
18. Sanchis-Gimeno J A, Llido S, Perez-Bermejo M, Nalla S. Prevalence of anatomic variations of the atlas vertebra. *Spine J*. 2018; 18(11): 2102-2111.
19. Song M S, Lee H J, Kim J T, Kim J H, Hong J T. Ponticulus ponticus: Morphometric analysis and its anatomical implications for occipito-cervical fusion. *Clin Neurol Neurosurg*. 2017; 157: 76-81.
20. Billmann F, Le Minor J M. Transverse foramen of the atlas (C1) anteriorly unclosed: a misknown human variant and its evolutionary significance. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009; 34(12): E422-6.
21. Lee M J, Cassinelli E H, Riew K D. Prevalence of cervical spine stenosis. Anatomic study in cadavers. *J Bone Joint Surg Am*. 2007; 89(2): 376-380.

22. Matveeva N, Janevski P, Nakava N, Zhivadinovik J, Dodevski A. Morphometric analysis of the cervical spinal canal on MRI. Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki). 2013; 34(2): 97-103.